

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Equações Intensidade-Duração-Frequência

Estado: Amazonas

Município: Tefé

Estação Pluviográfica: Gavião

Código COHIDRO/ANA: 00466001

Estação Pluviométrica: Tefé

Código ANA: 00364000

Código INMET: 82317

 SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL - CPRM



2015

**MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA
SECRETARIA DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL
CPRM - SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL**

**PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE**

**CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO**

**ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQÜÊNCIA**

Município: Tefé/AM

**Estação Pluviográfica: Gavião
Código 00466001 (COHIDRO/ANA)
Estação Pluviométrica: Tefé
Códigos: 00364000(ANA) e 82317 (INMET)**

**PORTO ALEGRE
2015**

PROGRAMA GEOLOGIA DO BRASIL
LEVANTAMENTO DA GEODIVERSIDADE
CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS
GRAVITACIONAIS DE MASSA E INUNDAÇÃO
ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL
EQUAÇÕES INTENSIDADE-DURAÇÃO-FREQUÊNCIA

Executado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM
Superintendência Regional de Porto Alegre

Copyright @ 2015 CPRM - Superintendência Regional de Porto Alegre
Rua Banco da Província, 105 – Santa Tereza
Porto Alegre - RS - 90.840-030
Telefone: 0(xx)(51) 3406-7300
Fax: 0(xx)(51) 3233-7772
<http://www.cprm.gov.br>

Ficha Catalográfica

Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM

Atlas Pluviométrico do Brasil; Equações Intensidade-Duração-Frequência. Município: Tefé. Estação Pluviográfica: Gavião, Código 00466001 e Estação Pluviométrica: Tefé Códigos 00364000 (ANA) e 82317(INMET). Adriana Burin Weschenfelder; Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto – Porto Alegre: CPRM, 2015.

18p.; anexos (Série Atlas Pluviométrico do Brasil)

1. Hidrologia 2. Pluviometria 3. Equações IDF 4. I - Título II - WESCHENFELDER, A.B.; PICKBRENNER, K. e PINTO, E. J. A.

CDU : 556.51

Direitos desta edição: CPRM - Serviço Geológico do Brasil

É permitida a reprodução desta publicação desde que mencionada a fonte

MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA

MINISTRO DE ESTADO

Carlos Eduardo de Souza Braga

SECRETÁRIO EXECUTIVO

Márcio Pereira Zimmermann

**SECRETÁRIO DE GEOLOGIA, MINERAÇÃO E
TRANSFORMAÇÃO MINERAL**

Carlos Nogueira da Costa Junior

**COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS
SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM/SGB)**

CONSELHO DE ADMINISTRAÇÃO

Presidente

Carlos Nogueira da Costa Junior

Vice-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Conselheiros

Ladice Peixoto

Demetrius Ferreira e Cruz

Jarbas Raimundo de Aldano Matos

Janaina Gomes Pires da Silva

DIRETORIA EXECUTIVA

Diretor-Presidente

Manoel Barreto da Rocha Neto

Diretor de Hidrologia e Gestão Territorial

Thales de Queiroz Sampaio

Diretor de Geologia e Recursos Minerais

Roberto Ventura Santos

Diretor de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Antônio Carlos Bacelar Nunes

Diretor de Administração e Finanças

Eduardo Santa Helena

SUPERINTENDÊNCIA REGIONAL DE PORTO ALEGRE

José Leonardo Silva Andriotti
Superintendente

Marcos Alexandre de Freitas
Gerente de Hidrologia e Gestão Territorial

João Angelo Toniolo
Gerente de Geologia e Recursos Minerais

Ana Claudia Viero
Gerente de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Alexandre Goulart
Gerente de Administração e Finanças

PROJETO ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

Departamento de Hidrologia

Frederico Cláudio Peixinho

Departamento de Gestão Territorial

Cássio Roberto da Silva

Divisão de Hidrologia Aplicada

Achiles Eduardo Guerra Castro Monteiro

Coordenação Executiva do DEHID – Atlas Pluviométrico

Eber José de Andrade Pinto

Coordenação do Projeto Cartas Municipais de Suscetibilidade

Sandra Fernandes da Silva

Coordenadores Regionais do Projeto Atlas Pluviométrico

Andressa Macêdo Silva de Azambuja-Sureg/BE

José Alexandre Moreira Farias-REFO

Karine Pickbrenner-Sureg/PA

Equipe Executora

Adriana Burin Weschenfelder – Sureg/PA

Albert Teixeira Cardoso – Sureg/GO

Caluan Rodrigues Capozzoli-Sureg/SP

Catharina Ramos dos Prazeres Campos – Sureg/BE

Jean Ricardo da Silvado Nascimento – RETE

Luana Késsia Lucas Alves Martins – Sureg/BH

Oswalcélio Mercês Furtunato – Sureg/SA

Sistema de Informações Geográficas e Mapa

Ivete Souza do Nascimento – Sureg/BH

Apoio Técnico

Augusto Cezar Gessi Caneppele – Sureg/PA

Betania Rodrigues dos Santos – Sureg/GO

Celina Monteiro – Sureg/BE

Danielle Cutolo – Sureg/SP

Douglas Sanches Soller – Sureg/PA

Edna Alves Balthazar – Sureg/SP

Eliamara Soares Silva – RETE

Priscila Nishihara Leo – Sureg/SP

APRESENTAÇÃO

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Levantamentos da Geodiversidade que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional.

Dentre os vários objetivos do projeto Atlas Pluviométrico, destaca-se, a definição das relações intensidade-duração-frequência (IDF). Essas relações serão estabelecidas para os pontos da rede hidrometeorológica nacional que dispõe de registros contínuos de chuva, ou seja, estações equipadas com pluviógrafos ou estações automáticas.

Entretanto, em localidades nas quais existem somente pluviômetros, ou seja, não existem registros contínuos das precipitações, obtidos com pluviógrafos ou estações automáticas, as relações IDF serão estabelecidas a partir da desagregação das precipitações máximas diárias.

As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos. Também podem ser utilizadas de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário.

Na definição das relações IDF foram priorizados os municípios onde serão mapeadas, pela CPRM-Serviço Geológico do Brasil, as áreas suscetíveis a movimentos de massa e enchentes.

Este relatório, que acompanhará a carta municipal de suscetibilidade, apresenta a equação IDF estabelecida para o município de Tefé. Foram elaboradas duas IDFs, sendo que a primeira (IDF1), foi elaborada com dados de uma estação pluviográfica e subsidiou parâmetros a serem utilizadas na segunda (IDF2), elaborada com séries de uma estação pluviométrica. A IDF1 foi desenvolvida com dados contínuos de precipitação, utilizando os registros da estação pluviográfica Gavião, código 00466001, operada pela COHIDRO – Consultoria Estudos e Projetos. Na elaboração da IDF2 aplicou-se metodologia de desagregação, com os registros de precipitações diárias máximas por ano hidrológico da

estação pluviométrica de Tefé, códigos 00364000(ANA) e 82317(INMET). A estação Gavião (pluviográfica) distancia-se da sede municipal de Tefé em 287 km e Tefé (pluviométrica) localiza-se a 2 km da sede do município e é operada pelo INMET (Instituto Nacional de Meteorologia).

1 - INTRODUÇÃO

A equação definida (IDF2) pode ser utilizada no município de Tefé e regiões circunvizinhas.

O município de Tefé está localizado no estado do Amazonas, na Latitude 03°22'07" S e Longitude 64°43'11,5" W, a 524 km de Manaus. O município possui área de 23.704,475 Km² e localiza-se a uma altitude de 75 metros. Sua população, segundo o censo de 2010 do IBGE, é de 61.453 habitantes.

Para a elaboração da IDF do município de Tefé, procedeu-se a um estudo preliminar com os dados de uma estação pluviográfica operada pela COHIDRO - Consultoria Estudos e Projetos. Este estudo subsidiou a geração de uma IDF (IDF1) e permitiu o cálculo das relações entre alturas de precipitação de diferentes durações, usadas para a desagregação da série de máximos anuais levantados de registros da estação pluviométrica de Tefé.

A estação pluviográfica Gavião, código 00466001, está localizada no município de Carauari, na Latitude 04°50'21" S e Longitude 66°51'02" W, e fica inserida na sub-bacia 12 (sub-bacia dos rios Solimões, Juruá e Japurá), em sua porção mais a nordeste, próximo a divisa com a sub-bacia 13 (sub-bacia dos rios Solimões, Purus e Coari), mais especificamente na sub-bacia do rio Juruá. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos registros de um pluviógrafo operado pela COHIDRO, no período de 2000 até 2009.

A estação pluviométrica de Tefé, códigos ANA/INMET 00364000/82317, está localizada no município de Tefé, na Latitude 03°22'00" S e Longitude 64°42'00" W, e fica inserida na sub-bacia 12, em sua porção mais a nordeste, próximo a divisa com a sub-bacia 13, mais especificamente na sub-bacia do rio Tefé. A estação Tefé localiza-se a 2 km da sede do município de Tefé e encontra-se em operação desde 1929. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviômetro no período de 1970 a 2014.

A Figura 01 apresenta a localização do município e das estações pluviográfica (Gavião) e pluviométrica (Tefé).

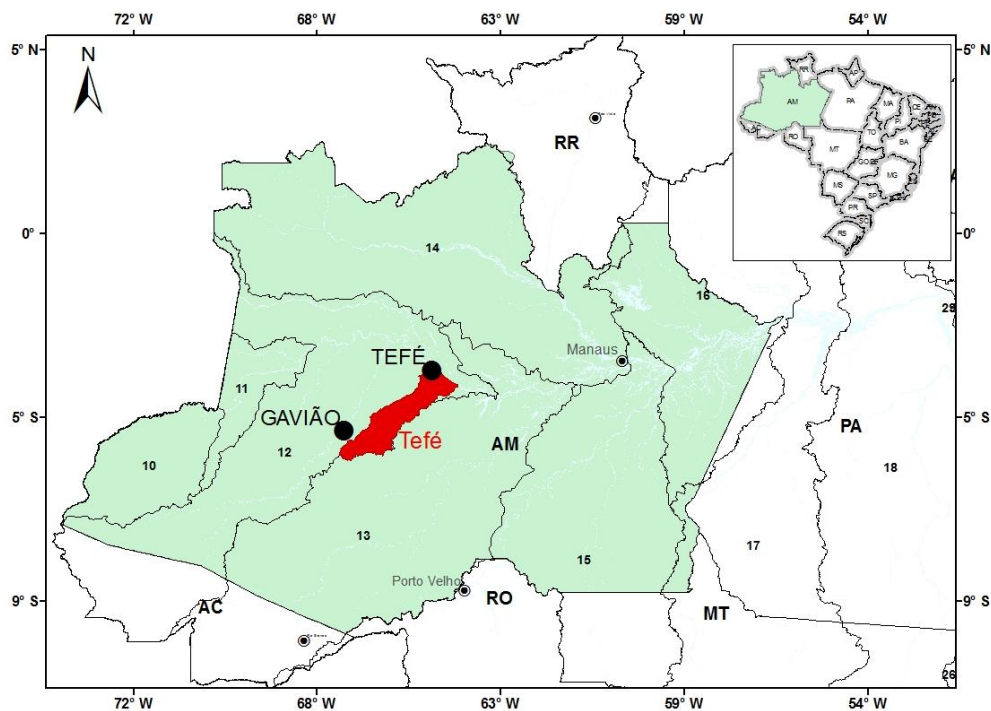


Figura 01 – Localização do Município e das Estações Pluviográfica e Pluviométrica

2 – EQUAÇÃO

2.1 – IDF1: REGISTROS CONTÍNUOS DE PRECIPITAÇÃO

A metodologia para definição da equação utilizando os dados pluviográficos está descrita em detalhes em Pinto (2013).

Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Gavião, código 00466001, foram utilizadas séries de duração parcial e os dados utilizados constam do Anexo I. A distribuição de frequência ajustada aos dados foi a Exponencial, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L. O Anexo II apresenta as relações entre as alturas de diferentes durações calculadas com os resultados das análises de frequência.

A Figura 02 apresenta as curvas ajustadas utilizando os dados pluviográficos.

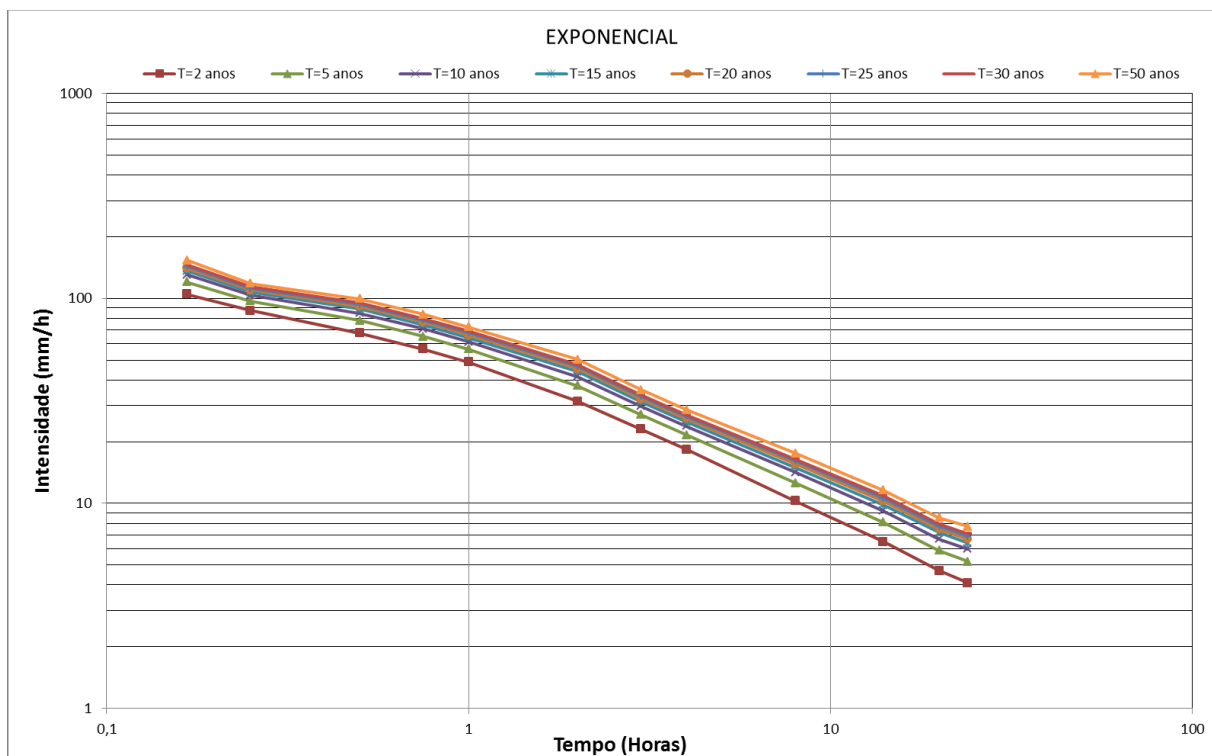


Figura 02 – Curvas intensidade-duração-frequência

A equação adotada para representar a família de curvas da Figura 02 é do tipo:

$$i = \frac{aT^b}{(t+c)^d} \quad (01)$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (minutos)

a, b, c, d são parâmetros da equação

No caso de Gavião os parâmetros da equação são os seguintes:

10min ≤ t ≤ 2h
 a = 682,8; b = 0,1157; c = 16 e d = 0,6234;

$$i = \frac{682,8T^{0,1157}}{(t+16)^{0,6234}} \quad (02)$$

2h < t ≤ 24h
 a = 1620,5; b = 0,1364; c = 0 e d = 0,8232;

$$i = \frac{1620,5T^{0,1364}}{(t+0)^{0,8232}} \quad (03)$$

Estas equações são válidas para tempo de retorno até 50 anos e durações de 10 minutos a 24 horas. A Tabela 01 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno. Enquanto que na Tabela 02 constam as respectivas alturas de chuva, em mm, para as mesmas durações e os mesmos tempos de retorno.

Tabela 01 – Intensidade da chuva em mm/h.

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	30	40	50
10 Minutos	97,1	107,9	116,9	122,5	126,7	130,0	132,8	137,3	140,9
15 Minutos	87,0	96,7	104,8	109,8	113,5	116,5	119,0	123,0	126,2
20 Minutos	79,2	88,1	95,5	100,0	103,4	106,1	108,4	112,1	115,0
30 Minutos	68,0	75,6	81,9	85,9	88,8	91,1	93,0	96,2	98,7
45 Minutos	57,0	63,4	68,7	72,0	74,4	76,4	78,0	80,7	82,8
1 HORA	49,7	55,3	59,9	62,8	64,9	66,6	68,0	70,3	72,2
2 HORAS	34,6	38,5	41,7	43,7	45,2	46,3	47,3	48,9	50,2
3 HORAS	24,8	28,1	30,9	32,6	33,9	35,0	35,9	37,3	38,4
4 HORAS	19,6	22,2	24,4	25,7	26,8	27,6	28,3	29,4	30,3
5 HORAS	16,3	18,4	20,3	21,4	22,3	23,0	23,5	24,5	25,2
6 HORAS	14,0	15,9	17,4	18,4	19,2	19,8	20,3	21,1	21,7
7 HORAS	12,3	14,0	15,4	16,2	16,9	17,4	17,9	18,6	19,1
8 HORAS	11,1	12,5	13,8	14,6	15,1	15,6	16,0	16,6	17,1
12 HORAS	7,9	9,0	9,9	10,4	10,8	11,2	11,5	11,9	12,3
14 HORAS	7,0	7,9	8,7	9,2	9,5	9,8	10,1	10,5	10,8
20 HORAS	5,2	5,9	6,5	6,8	7,1	7,3	7,5	7,8	8,1
24 HORAS	4,5	5,1	5,6	5,9	6,1	6,3	6,5	6,7	6,9

Tabela 02 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, T (anos)								
	2	5	10	15	20	25	30	40	50
10 Minutos	16,2	18,0	19,5	20,4	21,1	21,7	22,1	22,9	23,5
15 Minutos	21,7	24,2	26,2	27,5	28,4	29,1	29,7	30,8	31,6
20 Minutos	26,4	29,4	31,8	33,3	34,5	35,4	36,1	37,4	38,3
30 Minutos	34,0	37,8	41,0	42,9	44,4	45,5	46,5	48,1	49,3
45 Minutos	42,8	47,6	51,5	54,0	55,8	57,3	58,5	60,5	62,1
1 HORA	49,7	55,3	59,9	62,8	64,9	66,6	68,0	70,3	72,2
2 HORAS	69,2	76,9	83,4	87,4	90,3	92,7	94,7	97,9	100,4
3 HORAS	74,4	84,2	92,6	97,9	101,8	104,9	107,6	111,9	115,3
4 HORAS	78,2	88,6	97,4	103,0	107,1	110,4	113,2	117,7	121,4
5 HORAS	81,4	92,2	101,4	107,1	111,4	114,9	117,7	122,5	126,2
6 HORAS	84,0	95,2	104,7	110,6	115,1	118,6	121,6	126,5	130,4
7 HORAS	86,4	97,9	107,6	113,7	118,2	121,9	125,0	130,0	134,0
8 HORAS	88,4	100,2	110,1	116,4	121,1	124,8	127,9	133,1	137,2
12 HORAS	95,0	107,6	118,3	125,1	130,1	134,1	137,5	143,0	147,4
14 HORAS	97,6	110,6	121,6	128,5	133,7	137,8	141,3	146,9	151,4
20 HORAS	104,0	117,8	129,5	136,9	142,4	146,7	150,4	156,5	161,3
24 HORAS	107,4	121,7	133,8	141,4	147,0	151,6	155,4	161,6	166,6

2.2 – IDF2: DESAGREGAÇÃO DE DADOS DIARIOS OBSERVADOS DE PRECIPITAÇÃO

A metodologia para definição da equação por desagregação das precipitações diárias está descrita em detalhes em Pinto (2013).

Na definição da equação Intensidade-Duração-Frequência da estação Tefé, códigos 00364000 (ANA) e 82317 (INMET), foi utilizada a série de precipitações diárias máximas por ano hidrológico (01/Out a 30/Set), apresentada no Anexo III. A distribuição de frequência ajustada aos dados diários foi a Gumbel, com os parâmetros calculados pelo método dos momentos-L.

A desagregação dos quantis diários em outras durações foi efetuada com as relações entre alturas de chuva de diferentes durações obtidas com a IDF1, para a estação pluviográfica Gavião, código 00466001. As relações entre as alturas de chuvas de diferentes durações constam no Anexo II.

A Figura 03 apresenta as curvas ajustadas.

As equações adotadas para representar a família de curvas da Figura 03 são do tipo:

$$i = \frac{aT^b}{(t+c)^d} \quad (04)$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h)

T é o tempo de retorno (anos)

t é a duração da precipitação (minutos)

a, b, c, d são parâmetros da equação

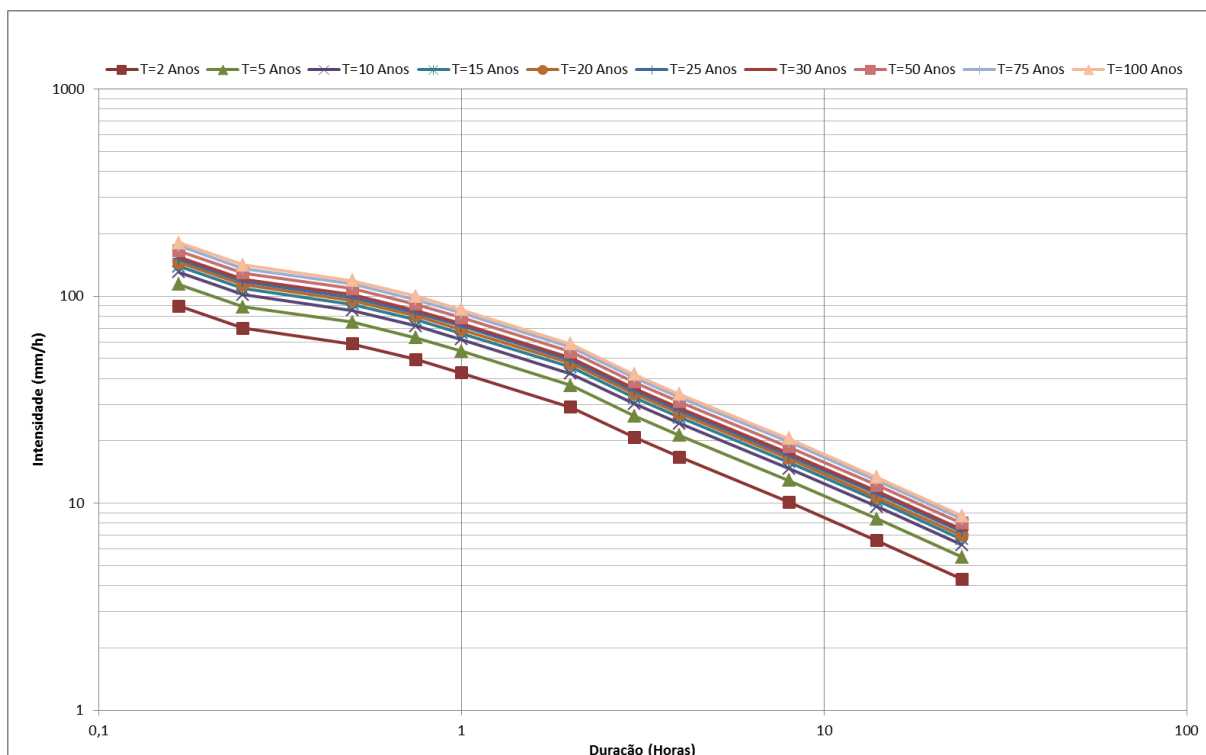


Figura 03 – Curvas intensidade-duração-frequência

No caso de Tefé os parâmetros da equação são os seguintes:

$$10\text{min} \leq t \leq 2\text{h}$$

$$a = 382,3; b = 0,1769; c = 8,8; d = 0,5415$$

$$i = \frac{382,3T^{0,1769}}{(t+8,8)^{0,5415}} \quad (05)$$

$$2\text{h} < t \leq 24\text{h}$$

$$a = 1167,6; b = 0,1748; c = 0 \text{ e } d = 0,7806;$$

$$i = \frac{1167,6T^{0,1748}}{(t)^{0,7806}} \quad (06)$$

A equação acima é válida para tempos de retorno até 100 anos e durações de 10 minutos até 24 horas. A Tabela 03 apresenta as intensidades, em mm/h, calculadas para várias durações e diferentes tempos de retorno. Enquanto que na Tabela 04 constam as respectivas alturas de chuva, em mm, para as mesmas durações e os mesmos tempos de retorno.

Tabela 03 – Intensidade da chuva em mm/h.

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, <i>T</i> (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	100
10 Minutos	88,2	103,8	117,3	126,0	132,6	138,0	142,5	149,9	156,0	161,1	165,5	167,6	176,3
15 Minutos	77,7	91,3	103,2	110,9	116,7	121,4	125,4	131,9	137,3	141,8	145,7	147,5	155,2
20 Minutos	70,0	82,4	93,1	100,0	105,3	109,5	113,1	119,0	123,8	127,8	131,4	133,0	139,9
30 Minutos	59,6	70,1	79,2	85,1	89,6	93,2	96,2	101,3	105,3	108,8	111,8	113,2	119,1
45 Minutos	49,9	58,7	66,4	71,3	75,0	78,1	80,6	84,8	88,3	91,1	93,7	94,8	99,8
1 HORA	43,7	51,4	58,1	62,4	65,7	68,3	70,6	74,3	77,2	79,8	82,0	83,0	87,3
2 HORAS	31,1	36,6	41,4	44,5	46,8	48,7	50,3	52,9	55,0	56,8	58,4	59,1	62,2
3 HORAS	22,9	26,9	30,3	32,5	34,2	35,6	36,7	38,6	40,2	41,5	42,6	43,1	45,3
4 HORAS	18,3	21,5	24,2	26,0	27,3	28,4	29,3	30,9	32,1	33,1	34,0	34,4	36,2
5 HORAS	15,4	18,0	20,3	21,8	23,0	23,9	24,7	25,9	27,0	27,8	28,6	28,9	30,4
6 HORAS	13,3	15,6	17,6	18,9	19,9	20,7	21,4	22,5	23,4	24,1	24,8	25,1	26,4
7 HORAS	11,8	13,9	15,6	16,8	17,7	18,4	19,0	19,9	20,7	21,4	22,0	22,3	23,4
8 HORAS	10,6	12,5	14,1	15,1	15,9	16,5	17,1	18,0	18,7	19,3	19,8	20,0	21,1
12 HORAS	7,8	9,1	10,3	11,0	11,6	12,1	12,4	13,1	13,6	14,1	14,4	14,6	15,4
14 HORAS	6,9	8,1	9,1	9,8	10,3	10,7	11,0	11,6	12,1	12,5	12,8	13,0	13,6
20 HORAS	5,2	6,1	6,9	7,4	7,8	8,1	8,4	8,8	9,1	9,4	9,7	9,8	10,3
24 HORAS	4,5	5,3	6,0	6,4	6,7	7,0	7,2	7,6	7,9	8,2	8,4	8,5	8,9

Tabela 04 – Altura de chuva em mm

Duração da Chuva	Tempo de Retorno, <i>T</i> (anos)												
	2	5	10	15	20	25	30	40	50	60	70	75	100
10 Minutos	14,7	17,3	19,6	21,0	22,1	23,0	23,7	25,0	26,0	26,8	27,6	27,9	29,4
15 Minutos	19,4	22,8	25,8	27,7	29,2	30,4	31,3	33,0	34,3	35,4	36,4	36,9	38,8
20 Minutos	23,3	27,5	31,0	33,3	35,1	36,5	37,7	39,7	41,3	42,6	43,8	44,3	46,6
30 Minutos	29,8	35,0	39,6	42,6	44,8	46,6	48,1	50,6	52,7	54,4	55,9	56,6	59,5
45 Minutos	37,5	44,0	49,8	53,5	56,3	58,6	60,5	63,6	66,2	68,4	70,2	71,1	74,8
1 HORA	43,7	51,4	58,1	62,4	65,7	68,3	70,6	74,3	77,2	79,8	82,0	83,0	87,3
2 HORAS	62,3	73,2	82,8	88,9	93,6	97,3	100,5	105,8	110,0	113,6	116,8	118,2	124,4
3 HORAS	68,6	80,6	90,9	97,6	102,7	106,7	110,2	115,9	120,5	124,4	127,8	129,3	136,0
4 HORAS	73,1	85,8	96,9	104,0	109,3	113,7	117,4	123,4	128,3	132,5	136,1	137,8	144,9
5 HORAS	76,8	90,1	101,7	109,2	114,8	119,4	123,3	129,6	134,8	139,1	142,9	144,7	152,1
6 HORAS	79,9	93,8	105,9	113,7	119,5	124,3	128,3	134,9	140,3	144,8	148,8	150,6	158,3
7 HORAS	82,7	97,0	109,5	117,6	123,6	128,5	132,7	139,5	145,1	149,8	153,9	155,8	163,8
8 HORAS	85,1	99,9	112,8	121,1	127,3	132,4	136,6	143,7	149,4	154,3	158,5	160,4	168,7
12 HORAS	93,0	109,2	123,3	132,3	139,1	144,7	149,4	157,1	163,3	168,6	173,2	175,3	184,3
14 HORAS	96,2	113,0	127,5	136,9	143,9	149,7	154,5	162,5	168,9	174,4	179,2	181,3	190,7
20 HORAS	104,1	122,2	137,9	148,0	155,6	161,8	167,1	175,7	182,7	188,6	193,7	196,1	206,2
24 HORAS	108,3	127,1	143,5	154,1	162,0	168,4	173,9	182,9	190,1	196,3	201,7	204,1	214,6

3 – EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Suponha que em um determinado dia, em Tefé, foi registrada uma Chuva de 70 mm com duração de 45 minutos, a qual gerou vários problemas no sistema de drenagem pluvial no município de Tefé. Qual é o tempo de retorno dessa precipitação?

Resp: Inicialmente, para se calcular o tempo de retorno será necessária a inversão da equação 01. Dessa forma temos:

$$T = \left[\frac{i(t+c)^d}{a} \right]^{1/b} \quad (07)$$

A intensidade da chuva registrada é a altura da chuva dividida pela duração, ou seja, 70 mm dividido por 0,75 h é igual a 93,3 mm/h. Substituindo os valores na equação 07 temos:

$$T = \left[\frac{93,3(45 + 8,8)^{0,5415}}{382,3} \right]^{1/0,1769} = 68,5 \text{ anos}$$

O tempo de retorno de 68,5 anos corresponde a uma probabilidade de que esta intensidade de chuva seja igualada ou superada em um ano qualquer de 1,5%, ou

$$P(i \geq 93,3 \text{ mm/h}) = \frac{1}{T} 100 = \frac{1}{68,5} 100 = 1,5\%$$

4 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php>. Acesso em 20 de julho de 2015.

PINTO, E. J. A. Metodologia para definição das equações Intensidade-Duração-Frequência do Projeto Atlas Pluviométrico. CPRM. Belo Horizonte. Mar, 2013.

ANEXO I

Série de Dados Utilizados por Duração – Altura de Chuva (mm)

DATA	10 MIN	DATA	15 MIN	DATA	30 MIN	DATA	45 MIN	DATA	1 HORA
13/04/2002	14,7	30/01/2002	18,5	26/03/2001	28,5	08/03/2001	35,3	25/03/2001	50,8
14/04/2002	17,6	09/02/2002	18,6	27/03/2001	29,0	25/03/2001	40,4	27/03/2001	46,6
19/04/2002	16,0	13/04/2002	21,3	25/10/2001	32,5	27/03/2001	38,0	25/10/2001	49,2
18/09/2002	15,4	14/04/2002	21,8	03/02/2002	27,9	25/10/2001	45,0	20/12/2001	43,9
13/11/2003	14,1	19/04/2002	22,2	09/03/2002	28,5	03/02/2002	39,2	03/02/2002	46,3
09/12/2003	14,1	18/09/2002	21,1	02/04/2002	30,9	02/04/2002	39,4	02/04/2002	42,9
25/02/2004	15,3	25/02/2004	19,6	13/04/2002	36,4	13/04/2002	43,7	13/04/2002	49,1
10/03/2004	19,4	10/03/2004	20,1	14/04/2002	33,3	14/04/2002	48,8	14/04/2002	53,8
05/08/2004	16,8	17/04/2004	18,8	19/04/2002	38,3	19/04/2002	50,1	19/04/2002	60,1
10/10/2004	19,8	05/08/2004	21,0	18/09/2002	34,1	18/09/2002	35,1	04/03/2004	43,9
07/02/2005	18,1	10/10/2004	25,7	25/02/2004	29,5	04/03/2004	37,1	17/04/2004	42,6
08/02/2005	21,4	07/02/2005	20,1	17/04/2004	28,2	10/10/2004	40,4	10/10/2004	42,1
22/04/2005	15,4	08/02/2005	21,4	10/10/2004	38,1	21/02/2007	38,2	21/02/2007	39,6
04/06/2005	17,6	22/04/2005	19,7	19/11/2006	30,5	24/02/2007	36,3	21/12/2007	46,3
19/11/2006	17,5	04/06/2005	22,6	21/02/2007	30,7	21/12/2007	38,5	22/08/2008	41,3
24/02/2007	17,2	19/11/2006	21,7	24/02/2007	32,6	22/08/2008	40,5	30/12/2008	49,2
13/12/2008	15,7	24/02/2007	22,0	22/08/2008	32,1	05/11/2008	34,9	02/01/2009	40,3
24/03/2009	14,9	13/12/2008	19,8	05/11/2008	30,0	30/12/2008	36,7	24/01/2009	40,0
27/03/2009	18,2	24/03/2009	19,3	27/03/2009	36,0	27/03/2009	48,5	27/03/2009	57,0
06/04/2009	14,5	27/03/2009	23,4	06/04/2009	30,8	06/04/2009	35,6	06/04/2009	40,5
13/07/2009	17,7	13/07/2009	24,6	13/07/2009	44,0	13/07/2009	50,7	13/07/2009	54,2

Série de Dados Utilizados por Duração – Altura de Chuva (mm) - Continuação

DATA	2 HORAS	DATA	3 HORAS	DATA	4 HORAS	DATA	8 HORAS	DATA	14 HORAS	DATA	24 HORAS
25/03/2001	63	28/02/2001	55,7	28/02/2001	59,5	28/02/2001	60,2	25/03/2001	70,91	09/03/2001	70,2
27/03/2001	69,5	25/03/2001	63,2	25/03/2001	63,4	25/03/2001	63,5	26/03/2001	81,2	26/03/2001	84,1
01/06/2001	62,3	27/03/2001	74,8	27/03/2001	78,0	27/03/2001	80,2	01/06/2001	75,9	01/06/2001	77,9
25/10/2001	49,9	01/06/2001	70,6	01/06/2001	73,7	01/06/2001	74,9	19/12/2001	69,9	19/12/2001	71,3
20/12/2001	55,4	20/12/2001	58,1	20/12/2001	61,2	20/12/2001	66,2	08/02/2002	91,2	08/02/2002	93,7
03/02/2002	54,8	03/02/2002	55,3	08/02/2002	75,4	08/02/2002	88,0	13/04/2002	87,9	13/04/2002	88,4
14/02/2002	49,9	08/02/2002	59,9	13/04/2002	78,6	13/04/2002	87,2	19/04/2002	67,1	07/05/2002	73,3
02/04/2002	49,3	13/04/2002	72,6	14/04/2002	58,2	19/04/2002	66,1	07/05/2002	73,3	03/03/2004	181,6
13/04/2002	65,2	14/04/2002	58,2	19/04/2002	64,4	07/05/2002	73,1	03/03/2004	173,5	10/03/2004	110
14/04/2002	57,7	19/04/2002	64,2	07/05/2002	68,4	04/03/2004	104,5	10/03/2004	70,9	25/03/2004	81,9
19/04/2002	63,8	07/05/2002	64,3	04/03/2004	79,4	10/04/2004	78,8	25/03/2004	77,2	09/04/2004	111,1
04/03/2004	52,8	04/03/2004	66,6	17/04/2004	70,4	17/04/2004	72,2	10/04/2004	82,5	17/04/2004	72,9
17/04/2004	62,3	17/04/2004	67,3	07/04/2006	59,1	14/03/2005	63,3	17/04/2004	72,5	15/03/2005	68,5
07/04/2006	53,3	07/04/2006	58,6	03/05/2007	57,8	03/05/2007	59,5	03/05/2006	83,8	03/05/2006	89,5
05/12/2006	49,2	05/12/2006	55,0	20/12/2007	87,6	20/12/2007	99,0	20/12/2007	99,0	05/12/2006	73,0
20/12/2007	70,8	03/05/2007	57,3	02/01/2008	58,3	02/01/2008	65,4	01/01/2008	65,4	20/12/2007	99,0
17/03/2008	49,3	20/12/2007	80,9	17/03/2008	68,2	17/03/2008	72,3	16/03/2008	74,1	16/03/2008	74,3
30/12/2008	79,2	17/03/2008	64,21	30/12/2008	79,2	30/12/2008	109,2	30/12/2008	109,2	02/05/2008	71,8
27/03/2009	80,3	30/12/2008	79,2	27/03/2009	92,2	27/03/2009	92,2	26/03/2009	92,2	30/12/2008	119,2
06/04/2009	49,7	27/03/2009	92,2	10/04/2009	60	10/04/2009	70,6	06/04/2009	78,8	26/03/2009	92,2
13/07/2009	56,9	13/07/2009	60,8	13/07/2009	64	13/07/2009	64,1	10/04/2009	70,6	06/04/2009	78,8

ANEXO II

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd1/Pd2)

Tempos de Retorno de 2 a 50anos

	Relação 10 min/15 min	Relação 15 min/30 min	Relação 30 min/45 min	Relação 45 min/1h
Máxima	0,87	0,64	0,80	0,87
Mínima	0,80	0,59	0,79	0,86
Média	0,85	0,60	0,79	0,87
Mediana	0,85	0,60	0,79	0,87

	Relação 1h/2h	Relação 2h/3h	Relação 3h/4h	Relação 4h/8h	Relação 8h/14h	Relação 14h/20h	Relação 20h/24h
Máxima	0,78	0,94	0,94	0,89	0,91	0,97	0,96
Mínima	0,72	0,91	0,93	0,81	0,86	0,95	0,92
Média	0,73	0,93	0,94	0,83	0,87	0,96	0,93
Mediana	0,73	0,94	0,94	0,83	0,87	0,96	0,93

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd/P1hora)

Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	Relação 10 min/1h	Relação 15 min/1h	Relação 30 min/1h	Relação 45 min/1h
Máxima	0,36	0,45	0,69	0,87
Mínima	0,35	0,41	0,69	0,86
Média	0,35	0,42	0,69	0,87
Mediana	0,35	0,41	0,69	0,87

RELAÇÕES ENTRE AS ALTURAS DE PRECIPITAÇÕES DE DIFERENTES DURAÇÕES (Pd/P24horas)

Tempos de Retorno de 2 a 50 anos

	Relação 1h/24h	Relação 2h/24h	Relação 3h/24h	Relação 4h/24h	Relação 8h/24h	Relação 14h/24h	Relação 20h/24h
Máxima	0,50	0,64	0,70	0,74	0,84	0,92	0,96
Mínima	0,39	0,55	0,58	0,62	0,76	0,88	0,92
Média	0,42	0,57	0,61	0,65	0,78	0,90	0,93
Mediana	0,41	0,56	0,60	0,64	0,78	0,89	0,93

ANEXO III

Série de Dados Utilizados– Altura de Chuva diária (mm)

Máximos por ano hidrológico (01/Out a 30/Set)

AI	AF	Data	Precipitação Máxima Diária (mm)
1970	1971	25/04/71	121,0
1971	1972	10/03/72	108,0
1972	1973	28/01/73	73,0
1973	1974	01/06/74	54,0
1974	1975	05/05/75	94,0
1975	1976	19/02/76	100,0
1976	1977	02/03/77	62,2
1977	1978	24/01/78	98,0
1980	1981	22/01/81	90,3
1982	1983	26/03/83	106,0
1983	1984	08/02/84	78,8
1984	1985	23/01/85	59,7
1985	1986	03/05/86	108,0
1986	1987	15/04/87	84,5
1987	1988	21/05/88	162,4
1988	1989	02/03/89	101,4
1992	1993	02/05/93	95,5
1993	1994	14/11/93	89,2
1994	1995	20/12/94	41,2
1995	1996	08/02/96	99,2
1996	1997	06/03/97	73,6
1997	1998	30/05/98	61,8
1998	1999	21/03/99	112,8
1999	2000	27/09/00	163,9
2000	2001	13/01/01	120,2
2001	2002	31/12/01	75,2
2002	2003	30/04/03	104,0
2003	2004	30/03/04	80,0
2004	2005	12/03/05	96,7
2005	2006	17/09/06	92,6
2006	2007	21/04/07	147,6
2007	2008	24/06/08	64,5
2008	2009	28/01/09	97,2
2009	2010	24/01/10	81,6
2010	2011	18/03/11	121,0
2011	2012	06/01/12	130,6
2012	2013	20/04/13	112,8
2013	2014	29/11/13	109,2

ATLAS PLUVIOMÉTRICO DO BRASIL

O projeto Atlas Pluviométrico é uma ação dentro do programa de Levantamentos da Geodiversidade que tem por objetivo reunir, consolidar e organizar as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional. Dentre os vários objetivos do projeto Atlas Pluviométrico, destaca-se a definição das relações intensidade-duração-frequência (IDF).

As relações IDF são importantíssimas na definição das intensidades de precipitação associadas a uma frequência de ocorrência, as quais serão utilizadas no dimensionamento de diversas estruturas de drenagem pluvial ou de aproveitamento dos recursos hídricos. Também podem ser utilizadas de forma inversa, ou seja, estimar a frequência de um evento de precipitação ocorrido, definindo se o evento foi raro ou ordinário.

ENDEREÇOS

Sede

SGAN- Quadra 603 – Conjunto J – Parte A – 1º andar
Brasília – DF – CEP: 70830-030
Tel: 61 2192-8252
Fax: 61 3224-1616

Escritório Rio de Janeiro

Av Pasteur, 404 – Urca
Rio de Janeiro – RJ Cep: 22290-255
Tel: 21 2295-5337 - 21 2295-5382
Fax: 21 2542-3647

Diretoria de Hidrologia e Gestão Territorial

Tel: 61 3223-1059 - 21 2295-8248
Fax: 61 3323-6600 - 21 2295-5804

Departamento de Gestão Territorial

Tel: 21 2295-6147 - Fax: 21 2295-8094

Diretoria de Relações Institucionais e Desenvolvimento

Tel: 21 2295-5837 - 61 3223-1059
Fax: 21 2295-5947 - 61 3323-6600

Superintendência Regional de Porto Alegre

Rua Banco da Província, 105 - Santa Teresa
Porto Alegre - RS - CEP: 90840-030
Tel.: 51 3406-7300 - Fax: 51 3233-7772

Assessoria de Comunicação

Tel: 61 3321-2949 - Fax: 61 3321-2949
E-mail: asscomdf@cprm.gov.br

Divisão de Marketing e Divulgação

Tel: 31 3878-0372 - Fax: 31 3878-0370
E-mail: marketing@cprm.gov.br

Ouvidoria

Tel: 21 2295-4697 - Fax: 21 2295-0495

www.cprm.gov.br



SERVIÇO GEOLÓGICO
DO BRASIL – CPRM

SECRETARIA DE
GEOLOGIA, MINERAÇÃO
E TRANSFORMAÇÃO MINERAL

MINISTÉRIO DE
MINAS E ENERGIA

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA